تعیین توابع تقاضای برق در بخش‌های مختلف اقتصادی ـ اجتماعی

فرهاد کیانفر
دانشیار

دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی شریف

چکیده

انرژی به عنوان مهمترین منبع درآمد ارزی و نیز مهمترین نیروی محرکه رشد تولید ناخالص داخلی، اهمیت ویژه ای در کشور ما دارد. باتوجه به وفور و ارزانی قیمت انرژی در ایران، مصرف انرژی سرانه در کشور بسیار زیاد و در حد ۳ / ۱ تن معادل نفت خام در سال است. این در حالی است که در ترکیب انرژی مصرفی، فرآورده های نفتی سهم بسیار زیادی دارند و در صورتی که بخواهیم چنین حجم مصرفی را به صورت فرآورده های نفتی وارد کشور کنیم، باید متحمل هزینه سالانه ای بالغ بر ۱۰ میلیارد دلار شویم. در ایران، انرژی با قیمتی کمتر از هزینه نهایی بلند مدت آن در اختیار مردم قرار دارد، به طوری که انواع انرژی با قیمتی کمتر از ۲۵ درصد قیمت بین المللی آنها به فروش می رسد و از این رو یارانه زیادی به مصرف کنندگان پرداخت می شود. به هر حال از آنجا که منابع موجود انرژی در کشور پایان پذیر هستند، ادامه وضعیت کنونی، کشور را از رشد اقتصادی باز می دارد.

بنابر این اتخاذ یك سیاست مناسب قیمت گذاری انرژی یك امر ضروری است که باید انجام پذیرد و به عنوان اولین قدم در این راه، باید توابع تقاضای انرژی در سطح کلان و در سطح بخش های مختلف اقتصادی ـ اجتماعی به صورت توابع معین ریاضی بر حسب متغیرهای مربوطه تعیین گردد. در این مقاله، توابع تقاضای انرژی مزبور تعیین شده و در مورد نحوه تفکیك آنها به هر حامل انرژی مانند برق نیز بحث می شود. در انتها، مقادیر عددی ضریب کشش درآمدی و ضریب کشش قیمتی هر یك از توابع تقاضا محاسبه می شوند.

Determination of the Electrical Demand Functions in the Various Economic-social Sectors

Farhad Kianfar
Assiociate Professor

Industrial Eng. Dept., Sharif Univ. of Tech.

Abstract

Energy, as the most important exchange resource and the most important growth cause of the gross domestic product, has special importance in our country, In Iran, energy is offered with a price less than its long run marginal cost and less than twenty five percent of its international price. So with this plentiful and cheap energy in our country, the energy consumption per capita is very high and about 1.3 tons of crude oil equivalent in a year.

Therefore, making a suitable energy pricing policy is a necessary job to be

done and as a first step toward this goal, the energy demand functions in the macro level and in the various economic-social sectors level must be determined. In this paper, the energy demand fuctions are determined and the way of dividing these functions into each energy carrier like electricity is discussed. At the end, the numerical values of the income elasticities and the price elasicities of these demand functions are computed.

مقدمه

برنامه ریزی انرژی فرآیندی است که در جریان آن اطلاعات در مورد تحولات عرضه و تقاضای انرژی جمع آوری و پرداخت می شود. گردآوری اطلاعات درباره روند تحول سیستم انرژی امکان شناخت سازمان بخش انرژی، ویژگی های سیستم و تأثیر عوامل اقتصادی، اجتماعی و فنی بر توسعه سیستم انرژی را فراهم می سازد و از این طریق ایجاد مدل های انرژی ممکن می گردد. پردازش اطلاعات گردآوری شده به شناخت گزینه های مختلف، در بخش انرژی و چگونگی تصمیم گیری بین آنها کمک می کند.

در برنامه اول توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی به بخش انرژی به عنوان یک بخش زیربنایی، اهمیت خاصی داده شده و در این راستا بخش برق با سرمایه گذاری های عمده پیش بینی شده در آن به منظور تسریع حرکت رشد صنعتی، بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. در بخش برق، باتوجه به ضعف های این بخش که همان وابستگی مالی به دولت و وابستگی تکنولوژیکی به خارج می باشد، دیدگاه برنامه ریزان برای توسعه این بخش بیشتر معطوف به بازسازی و نوسازی نیروگاه ها و تأسیسات صدمه دیده و نیز توسعه ظرفیت های موجود و ایجاد تأسیسات جدید بود. علاوه بر اهداف فوق، نیل به خودکفایی مالی و اقتصادی کردن صنعت برق و کاهش هزینه ها و تعیین قیمت مناسب فروش برق و توسعه نیروگاه های آبی از دیگر اهداف این بخش در طول برنامه اول بود. به طور کلی هدف نهایی برنامه ریزان در این بخش افزایش تولید و مصرف انرژی برق به منظور ارتقای سطح زندگی و تأمین نیازهای رفاهی مردم بوده، به طوری که در طول برنامه اول برای تولید و مصرف انرژی الکتریکی به ترتیب رشد متوسط سالانه ای معادل ۱۰/۷ درصد و ۱۱/۴ درصد در نظر گرفته شده است.

برنامه دوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران با هدف تأمین رشد اقتصادی از طریق بازنگری در نقاط ضعف و قوت درونی خود، در بخش انرژی گام های مؤثری برداشته است که از آن جمله می توان به خط مشی تعدیل الگوی مصرف انرژی از طریق کاهش یارانه ها و افزایش قیمت فروش آن اشاره کرد. به موجب این خط مشی، متوسط رشد مصرف انرژی در طول سال های برنامه دوم نباید از متوسط رشد تولید ناخالص داخلی تجاوز نماید. این امر مهم از طریق اصلاح نظام قیمت گذاری و باتوجه به ملاحظات زیر اعمال می گردد:

۱ـ تعیین قیمت انرژی باتوجه به قیمت سایر عوامل تولید از قبیل سرمایه، مواد اولیه، نیروی انسانی و سایر نهاده ها و نیز با ملحوظ داشتن قیمت نفت خام، گاز و هزینه های واقعی تولید، انتقال و توزیع آنها.

۲ـ تنظیم قیمت انواع انرژی شامل فرآورده های نفتی، گاز و برق باتوجه به مسائلی چون عدالت اجتماعی، آثار زیست محیطی، ارزش حرارتی وامکان جایگزینی هر یک از آنها.

۳ـ اعمال نرخ ها و تعرفه های فروش برق به صورت تصاعدی، فصلی، منطقه ای و اوقات پیک مصرف به منظور تنظیم مصرف و ضریب بار و در نتیجه صرفه جویی در سرمایه گذاری تأسیسات بار پیک.

۴ـ ایجاد تعادل مالی در منابع و مصارف تا پایان برنامه دوم (بدیهی است تا نیل به این مرحله، کسری منابع ناشی از متعادل نبودن قیمت های مصوب فروش، به صورت یارانه از طریق دولت تأمین خواهد گردید).

در برنامه دوم توسعه، نیروگاه ها از عمده ترین مصرف کنندگان گاز طبیعی محسوب می شوند و با تحقق اهداف کمی توسعه بخش گاز در برنامه دوم امکانات وسیعی برای تأمین گاز طبیعی به عنوان سوخت نیروگاه های برق فراهم خواهد آمد. تعداد نیروگاه های گازسوز تا پایان سال ۱۳۷۲ برابر ۲۴ نیروگاه است که مطابق پیش بینی برنامه دوم در سال ۱۳۷۷ به ۳۶ نیروگاه با متوسط مصرف روزانه ۴۲/۷ میلیون متر

مکعب گاز طبیعی (حدود ۳۰ درصد کل مصرف کشور) خواهد رسید.

در حال حاضر سهم مصرف انرژی در ارزش افزوده بخش های اقتصادی و تولیدی بسیار بالا است. در حالی که کشورهای صنعتی به ازای هر یک هزار دلار تولید ناخالص داخلی حداکثر معادل ۲ بشکه نفت خام انرژی مصرف می کنند، برآوردهای اولیه حاکی از آن است که در کشور ما رقم مزبور به حدود ۱۴ بشکه می رسد. از این رو اتخاذ یک نظام مناسب قیمت گذاری برای اقلام انرژی به منظور کاهش شدت انرژی (نسبت مصرف انرژی به ارزش افزوده) در بخش های اقتصادی و تولیدی از دیگر خط مشی ها و سیاست های اتخاذ شده در برنامه دوم است.

خطی مشی های اساسی و سیاست ها در بخش برق بیشتر بر بهینه سازی و صرفه جویی در مصرف، تهیه و تنظیم تعرفه های مناسب و ایجاد تعادل مالی در منابع و مصارف استوار است. از جمله اهداف کیفی این بخش می توان موارد زیر را نام برد:

۱ ـ ارتقاء کیفیت و افزایش اطمینان عرضه برق و تمرکز تلاش ها بر حفظ حقوق مصرف کنندگان

۲ ـ افزایش راندمان سیستم از طریق کاهش مصرف داخلی نیروگاه ها و تلفات

۳ ـ بهبود بهره برداری از تأسیسات صنعت برق

۴ ـ اعمال مدیریت مصرف، صرفه جویی و استفاده منطقی از انرژی الکتریکی

قیمت گذاری برق در فرآیند برنامه ریزی انرژی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. قیمت برق مهمترین ابزار برای مدیریت بار و تنظیم تقاضای بخش های مصرف کننده است. از طرف دیگر، این قیمت می تواند انگیزه ای برای تولید بیشتر برق توسط تولیدکنندگان باشد. برای ساختن مدل قیمت گذاری برق، ابتدا باید توابع تقاضای برق در بخش های مختلف اقتصادی ـ اجتماعی را به صورت توابع معین ریاضی برحسب متغیرهای مربوطه تعیین کرد. با این منظور، ابتدا تابع تقاضای برق در کل کشور را تعیین کرده و سپس تابع تقاضای برق در بخش های مختلف اقتصادی ـ اجتماعی را به دست می آوریم.

این مقاله شامل پنج بخش به شرح زیر است. ابتدا در بخش اول، متغیرهای سمت راست تابع تقاضای برق در هر بخش اقتصادی ـ اجتماعی تعیین می گردند. سپس در بخش دوم، شکل ریاضی تابع تقاضای برق در هر بخش به صورت پارامتری مشخص می شود. جمع آوری آمار مورد نیاز برای تخمین توابع تقاضای برق مطالب بخش سوم را تشکیل می دهد. بخش چهارم شامل تخمین توابع تقاضای برق با استفاده از نرم افزار STAT-GRAPHICS است. بالاخره در بخش پنجم، مقادیر عددی ضریب کشش درآمدی و ضریب کشش قیمتی هر یک از توابع تقاضای برق محاسبه می شوند.

۱ ـ تعیین متغیرهای سمت راست تابع تقاضای برق در هر بخش اقتصادی ـ اجتماعی

یکی از کاربردهای توابع تقاضای انرژی در سطح کلان و بخشی تعیین سیاست های قیمت گذاری انرژی است. به این ترتیب که از توابع تخمین زده شده، مقادیر عددی ضریب کشش درآمدی و ضریب کشش قیمتی تقاضای انرژی در سطح کلان و در هر بخش محاسبه می شوند. این ضرایب پس از محاسبه می توانند در تعیین سیاست قیمت گذاری انرژی در بخش های مختلف به کار روند. ضریب کشش درآمدی هر بخش مشخص می کند که با تغییرات درآمد آن بخش، میزان انرژی مصرفیش چگونه و در چه جهت تغییر می کند. همچنین ضریب کشش قیمتی تقاضای انرژی هر بخش مشخص می کند که با تغییر قیمت انرژی، میزان انرژی مصرفی آن بخش چگونه و در چه جهت تغییر می کند. بنابراین با استفاده از ضرایب کشش درآمدی و کشش قیمتی تابع تقاضای انرژی در هر بخش، می توان روی قیمت انرژی آن بخش تحلیل حساسیت انجام داد.

توابع تقاضای انرژی می توانند ارتباط بین تقاضای انرژی با متغیرهای اقتصاد کلان و بخشی را نشان دهند. اگر چه از این توابع تقاضا به منظور قیمت گذاری انرژی نمی توان استفاده کرد، زیرا قیمت انرژی که یک متغیر اقتصاد خرد است، در بین متغیرهای سمت راست آن توابع وجود ندارد. پس در مبحث قیمت گذاری انرژی، از توابع تقاضای کلاسیک برای انرژی استفاده می کنیم، یعنی توابع تقاضایی که متغیرهای سمت راست آنها قیمت و درآمد باشند. این توابع تقاضا در سطح کلان و در سطح بخش های اقتصادی ـ اجتماعی به ترتیب عبارتند از:

۱ ـ تابع تقاضای انرژی در سطح کلان

$D=f_1 (GDP,P)$

۲ ـ تابع تقاضای انرژی در بخش صنعت:

$DI=f_2$ (VI, PI)

۳ – تابع تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل:

$DT=f_3$ (VT, PT)

۴ ـ تابع تقاضای انرژی در بخش کشاورزی:

$DA = f_4$ (VA, PA)

۵ ـ تابع تقاضای انرژی در بخش آب و برق و گاز:

$DE = f_5$ (VE, PE)

۶ ـ تابع تقاضای انرژی در بخش خانگی:

$DH = f_6$ (YH, PH)

متغیرهای موجود در توابع f_1 تا f_6 در جدول ۱ تعریف شده‌اند. حال باید برای توابع تقاضای f_1 تا f_6 شکل ریاضی مناسب در نظر گرفت که در بخش بعد مورد بحث قرار می‌گیرد.

۲ـ تعیین شکل ریاضی تابع تقاضای برق در هر بخش به صورت پارامتری

برای ساختن مدل ریاضی تابع تقاضای برق در بخش‌های مختلف اقتصادی ـ اجتماعی باید دو قدم زیر برداشته شود: اول آنکه، شکل ریاضی تابع تقاضای انرژی در سطح کلان و در سطح بخش‌های اقتصادی ـ اجتماعی باید تعیین گردد. دوم آنکه، تقاضای انرژی کل و تقاضای انرژی هر بخش باید به تقاضای هر حامل انرژی مانند برق تفکیک شود.

۲-۱ ـ تعیین شکل ریاضی تابع تقاضای انرژی در سطح کلان و در سطح بخش‌های اقتصادی ـ اجتماعی

تعیین شکل ریاضی توابع تقاضای انرژی را می‌توان به یکی از صورت‌های زیر انجام داد:

الف ـ در منابع مطالعه شده برای انجام مراحل مختلف این مقاله، عموماً تابع تقاضای انرژی به شکل کاب ـ داگلاس [۱] (خطی ـ لگاریتمی) در نظر گرفته شده‌اند. در این منابع ذکر شده است که به خاطر ماهیت عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی، متداولترین شکل در نظر گرفته شده برای این توابع، شکل کاب ـ داگلاس است. حال می‌توان با استناد به این منابع، در این مقاله از شکل کاب ـ داگلاس برای توابع تقاضای انرژی استفاده کرد. یکی از مزایای مهم استفاده از این شکل تابع تقاضا این است که دارای ضرایب کشش درآمدی [۲] و کشش قیمتی [۳] ثابتی است. این خاصیت باعث می‌شود که استفاده از این تابع تقاضا در قیمت‌گذاری حامل‌های انرژی به سادگی انجام گیرد.

ب ـ برای به دست آوردن شکل ریاضی هر یک از توابع تقاضای انرژی، آمار متغیر وابسته هر یک از این توابع را در طول بیست سال گذشته برحسب آمار هر یک از متغیرهای سمت راست در همین مدت به صورت تعدادی نقطه در یک نمودار رسم می‌کنیم. سپس از طرز قرار گرفتن این نقاط در نمودارهای مربوط به هر تابع تقاضا و مشاهده روند تغییرات آنها، شکل ریاضی آن تابع را حدس می‌زنیم. البته این کار در عمل برای توابع یک متغیره نتیجه خوبی می‌دهد. برای توابع چندمتغیره ممکن است این اشکال پیش آید که نمودارهای مختلف مربوط به یک تابع، روند تغییرات متفاوتی را نشان دهند و در عمل حدس شکل ریاضی تابع ممکن نباشد.

ج ـ راه سوم به دست آوردن شکل ریاضی هر یک از توابع تقاضای انرژی، استفاده از شاخص‌های آماری پس از تخمین ضرایب این توابع است. به این ترتیب که ابتدا اشکال ریاضی معمول را برای توابع تقاضا در نظر می‌گیریم که عبارتند از: مدل خطی جمعی [۴]، کاب داگلاس و ترانس لوگ [۵]. سپس با در نظر گرفتن هر یک از این مدل‌ها به عنوان شکل ریاضی هر یک از توابع تقاضای انرژی و با استفاده از آمار سال‌های گذشته متغیر وابسته و متغیرهای مستقل آن تابع، ضرایب مدل مزبور از روش حداقل مربعات تخمین زده می‌شود. در تخمین هر یک از این توابع، شاخص‌های آماری محاسبه می‌شوند که درجه تطبیق شکل ریاضی در نظر گرفته شده را با آمار مربوطه نشان می‌دهند، مانند R^2، آماری t، آماری F، ضریب DW [۶]. با مقایسه این شاخص‌ها در مورد سه مدل تخمین زده شده برای هر تابع، می‌توان ان مدل ریاضی را انتخاب کرد که بهترین تطبیق را با آمار مربوطه دارد. البته انتقادی که از این راه می‌توان کرد این است که مقادیر این شاخص‌های آماری فقط تابعی از تطبیق شکل ریاضی تابع با آمار مربوطه نبوده و به متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده در سمت راست تابع نیز بستگی دارند. با اضافه کردن و کم کردن متغیرهای سمت راست تابع، مقادیر این شاخص‌ها نیز تغییر می‌کنند.

باتوجه به انتقادات وارده بر راه‌های ب و ج، راه الف برای تعیین شکل ریاضی توابع تقاضای انرژی در این مقاله پیشنهاد می‌شود. یعنی با استناد به منابع، از شکل کاب ـ داگلاس برای توابع تقاضای انرژی استفاده می‌شود.

۲-۲ـ تفکیک تقاضای انرژی کل و تقاضای انرژی هر بخش به تقاضای هر حامل انرژی

تفکیک تقاضای انرژی کل و تقاضای انرژی هر بخش به تقاضای هر حامل انرژی به این ترتیب صورت می‌گیرد که ابتدا تقاضای انرژی در هر بخش بر حسب یک واحد مشترک (مثلاً میلیون بشکه نفت خام معادل) به صورت تابعی از متغیرهای کلان و بخشی اقتصادی در نظر گرفته می‌شود. سپس با استفاده از آمار مصرف انرژی این بخش و متغیرهای مذکور در سال‌های گذشته، این توابع تقاضا تخمین زده می‌شوند. از توابع تخمین زده شده برای پیش‌بینی تقاضای انرژی هر بخش در آینده می‌توان استفاده کرد. اگر پیش‌بینی هر یک از حامل‌های انرژی در هر بخش در آینده نیاز باشد، آن را از حاصل ضرب نسبت پیش‌بینی شده مصرف این حامل انرژی از کل مصرف انرژی آن بخش در آینده، در مصرف پیش‌بینی شده انرژی در آن زمان محاسبه می‌کنیم. با استفاده از آمار سهم حامل‌های مختلف انرژی در تأمین انرژی بخش‌ها، نسبت مصرف هر حامل انرژی از کل مصرف انرژی هر بخش را به صورت تابعی از زمان از روش حداقل مربعات برآورد می‌کنیم. سپس از این تابع برآورد شده برای پیش‌بینی نسبت مزبور در سال‌های آینده استفاده می‌کنیم.

برآورد نسبت مصرف هر حامل انرژی از کل مصرف انرژی هر بخش به کمک مدل زیر انجام می‌پذیرد:

$$f_{ij}(t) = a_{ij} + b_{ij}\,t \qquad (۱)$$

وقتیکه $f_{ij}(t)$ نسبت مصرف حامل انرژی i از کل مصرف انرژی بخش j در سال t، t^* زمان بر حسب سال، a_{ij} و b_{ij} ضرایب ثابت هستند. اندیس i مربوط به حامل انرژی و اندیس j مشخص کننده بخش‌های منتخب اقتصادی ـ اجتماعی هستند و به صورت زیر تعریف می‌شوند:

j	بخش‌های منتخب اقتصادی ـ اجتماعی
۱	خانگی و تجاری
۲	صنعت
۳	حمل و نقل
۴	کشاورزی
۵	آب و برق و گاز

i	حامل‌های انرژی
۱	فرآورده‌های نفتی
۲	گاز طبیعی
۳	سوخت‌های جامد
۴	برق
۵	انرژی آبی

باتوجه به شکل ریاضی در نظر گرفته شده، توابع تقاضای برق در سطح کلان و در سطح بخش‌های اقتصادی ـ اجتماعی به صورت پارامتری به ترتیب عبارتند از:

۱ـ تابع تقاضای برق در سطح کلان:

$$\mathrm{LogE} = a_0 + a_1 \log \mathrm{GDP} + a_2 \log \mathrm{P} \qquad (۲)$$

۲ـ تابع تقاضای برق در بخش صنعت:

$$\mathrm{LogEI} = a_0 + a_1 \log \mathrm{VI} + a_2 \log \mathrm{PI} \qquad (۳)$$

۳ـ تابع تقاضای برق در بخش حمل و نقل:

$$\mathrm{LogET} = a_0 + a_1 \log \mathrm{VT} + a_2 \log \mathrm{PT} \qquad (۴)$$

۴ـ تابع تقاضای برق در بخش کشاورزی:

$$\mathrm{LogEA} = a_0 + a_1 \log \mathrm{VA} + a_2 \log \mathrm{PA} \qquad (۵)$$

۵ـ تابع تقاضای برق در بخش آب و برق و گاز:

$$\mathrm{LogEE} = a_0 + a_1 \log \mathrm{VE} + a_2 \log \mathrm{PE} \qquad (۶)$$

۶ـ تابع تقاضای برق در بخش خانگی:

$$\mathrm{LogEH} = a_0 + a_1 \log \mathrm{YH} + a_2 \log \mathrm{PH} \qquad (۷)$$

وقتی که دراین توابع، E مصرف برق کل کشور و EE, EA, ET, EI و EH مصرف برق در بخش‌های مربوطه هستند. همچنین، P متوسط قیمت برق در کل کشور و PE, PA, PT, PI و PH قیمت برق در بخش‌های

مـربوطه را نشـان می دهند. حـال برای اینکه این توابع تقاضا قابل استفاده باشند، باید مقادیر عددی ضرایب a_0 , a_1 و a_2 تخمین زده شوند و برای این تخمین، آمار متغیرهای مربوطه در سال های گذشته مورد نیاز است.

۳ـ جمع آوری آمار مورد نیاز برای تخمین توابع تقاضای برق

برای تخمین معادله (۱)، به آمار سهم حامل های انرژی در تأمین انرژی بخش های اقتصادی ـ اجتماعی در سال های گذشته نیاز است. این آمار بر حسب درصد از سال ۱۳۵۳ تا سال ۱۳۷۲ در جدول ۲ مندرج است. بخش حمل و نقل از این جدول حذف شده است، زیرا طبق ترازنامه انرژی سال ۱۳۷۲، تنها حامل انرژی مصرف شده در این بخش فرآورده های نفتی است. به این ترتیب، تخمین تابع تقاضای برق در بخش حمل و نقل، یعنی معادله (۴) منتفی است. برای تخمین تابع تقاضای برق در سایر بخش های اقتصادی ـ اجتماعی، به آمار مصرف انرژی کل و مصرف انرژی هر بخش نیاز داریم. این آمار برحسب میلیون بشکه نفت خام معادل در بیست سال گذشته در جدول ۳ آورده شده است. آمار مربوط به مصرف برق کل و مصرف برق هر بخش از حاصل ضرب نسبت های موجود در جدول ۲ در آمار مصرف انرژی، موجود در جدول ۳ نتیجه می شود و حاصل آن به جز مصرف برق بخش حمل و نقل، در جدول ۴ وارد شده است.

برای تخمین توابع تقاضای برق، همچنین به آمار تولید ناخالص داخلی کشور و ارزش افزوده بخش های اقتصادی نیاز داریم. این آمار بر حسب میلیارد ریال از سال ۱۳۵۳ تا سال ۱۳۷۲ در جدول ۵ درج شده است. بالاخره برای تخمین این توابع، به آمار متوسط قیمت برق در کل کشور و در بخش های اقتصادی ـ اجتماعی نیاز است. این آمار برحسب ریال در بیست سال گذشته در جدول ۶ آمده است.

٤ـ تخمین توابع تقاضای برق

سهم حامل انرژی i در تأمین انرژی بخش j به صورت تابعی از زمان در معادله (۱) بیان شده است. با استفاده از آمار سال های گذشته این سهم در جدول ۲، معادله (۱) تخمین زده شده و نتایج آن برای حامل انرژی برق (i=4) در بخش های مختلف به شرح زیر است. مشاهدات در تمام تخمین های زیر از سال ۱۳۵۳ تا سال ۱۳۷۲ است که تعداد آن برابر ۲۰ می باشد. در مورد هر تخمین، آماری t مربوط به هر ضریب در داخل پرانتز زیر آن و معیار R^2 نیز در جلوی معادله ذکر شده اند.

۱ـ سهم برق در تأمین انرژی بخش خانگی:

$$f_{41}(t) = 5.63611 + 0.426609\ t, \qquad R^2 = \%86.96 \quad (۸)$$
$$(12.0839) \quad (10.9568)$$

۲ـ سهم برق در تأمین انرژی بخش صنعت:

$$f_{42}(t) = 10.6435 - 0.194331\ t, \qquad R^2 = \%63.61 \quad (۹)$$
$$(25.6479) \quad (-5.60964)$$

۳ـ سهم برق در تأمین انرژی بخش کشاورزی:

$$f_{44}(t) = 1.59032 + 0.286113\ t, \qquad R^2 = \%84.16 \quad (۱۰)$$
$$(4.53716) \quad (9.77831)$$

۴ـ سهم برق در تأمین انرژی بخش آب و برق و گاز:

$$f_{45}(t) = 1.15768 - 0.373985\ t, \qquad R^2 = \%41.24 \quad (۱۱)$$
$$(9.18413) \quad (-3.55409)$$

توابع تقاضای برق به صورت پارامتری در سطح کلان و در سطح بخش های اقتصادی اجتماعی به ترتیب در معادلات (۲) تا (۷) ارائه شده اند. با استفاده از آمار موجود در جداول ۴، ۵ و ۶، این معادلات تخمین زده شده و نتایج آن به شرح زیر است. مشاهدات در تمام تخمین های زیر از سال ۱۳۵۳ تا سال ۱۳۷۲ است که تعداد آن برابر ۲۰ می باشد. در مورد هر تخمین، آماری t مربوط به هر ضریب در داخل پرانتز زیر آن و معیار R^2 نیز در جلوی معادله ذکر شده اند.

۱ـ تابع تقاضای برق در سطح کلان:

$$\log E = 1/2478 \log GDP - 1/187989 \log P, \qquad R^2 = \%99/98$$
$$(133/3473) \quad (-19/1684)$$

(۱۲)

۲ـ تابع تقاضای برق در بخش صنعت:

$$\log EI = 1/217481 \log VI - 0/919337 \log PI, \qquad R^2 = \%99/88$$
$$(69/3275) \qquad (-7/3429)$$

(۱۳)

۳ـ تابع تقاضای برق در بخش کشاورزی:

$$\log EA = 1/043057 \log VA - 0/7646 \log PA, \qquad R^2 = \%99/93$$
$$(53/1797) \qquad (-6/4993)$$

(۱۴)

۴ـ تابع تقاضای برق در بخش آب و برق و گاز:

$$\log EE = 2/284321 \log VE - 3/470482 \log PE, \quad R^2 = \%99/17$$
$$(18/3899) \qquad (-7/9455)$$

(۱۵)

۵ـ تابع تقاضای برق در بخش خانگی:

$$\log EH = 0/7653 \log YH - 0/9326 \log PH, \quad R^2 = \%91/85$$
$$(20/5324) \qquad (-14/6299)$$

(۱۶)

کلیه تخمین های فوق با استفاده از نرم افزار STAT_GRAPHICS انجام شده است. چنانکه ملاحظه می شود، ضریب ثابت a0 در تمام آنها صفر در نظر گرفته شده است. زیرا تمام این تخمین ها بدون ضریب ثابت، انطباق بهتری را نشان می دهند.

۵ـ محاسبه مقادیر عددی ضریب کشش درآمدی و ضریب کشش قیمتی توابع تقاضای برق

چنانکه ذکر شد، یکی از مزایای در نظر گرفتن شکل کاب ـ داگلاس برای توابع تقاضای برق این است که ضریب کشش درآمدی و ضریب کشش قیمتی این توابع مقادیر ثابتی می شوند. با استفاده از صورت پارامتری این توابع در معادلات (۲) تا (۷)، ضریب کشش درآمدی و ضریب کشش قیمتی آنها به طریق زیر محاسبه می شوند:

$$\text{ضریب کشش درآمدی} = \frac{dD/D}{dY/Y} = \frac{d\log(\text{تقاضای برق})}{d\log(\text{درآمد})} = a_1$$

$$\text{ضریب کشش قیمتی} = \frac{dD/D}{dP/P} = \frac{d\log(\text{تقاضای برق})}{d\log(\text{قیمت برق})} = a_2$$

مقادیر عددی این ضرایب با استفاده از توابع تقاضای برق در معادلات (۱۲) تا (۱۶) محاسبه شده و در جدول ۷ وارد شده اند.

نتیجه گیری

وضع موجود بخش انرژی حاصل سیاست های کلان اقتصادی و سیاست های انرژی کشور می باشد که این سیاست ها در جهت بهبود کارآیی انرژی نبوده است. ساختار نامناسب اقتصادی، اختلال قابل ملاحظه در قیمت های انرژی و یارانه های غیرمستقیم، پایین بودن قیمت های انرژی در مقایسه با قیمت جهانی آن، دخالت مستقیم دولت در عملیات بخش انرژی و رشد فزاینده مصرف حامل های انرژی وضعیت نامتعادل عرضه و تقاضای انرژی در کشور را موجب شده است. این در حالی است که حدود ۹۸ درصد انرژی اولیه مورد مصرف کشور از نفت و گاز طبیعی تأمین می شود و ادامه این روند موجب کاهش زود هنگام منابع انرژی فسیلی کشور شده و در نتیجه توسعه اقتصادی کشور را، که در حال حاضر به شدت متأثر از ارز حاصل از صادرات سوخت های فسیلی است، مختل خواهد کرد.

از این رو بازنگری اساسی در سازماندهی بخش انرژی کشور و افزایش سطح بهره وری انرژی در بخش های اقتصادی و اجتماعی و ارتقاء بازده تکنولوژی های فرآورش، تبدیل و انتقال و توزیع انرژی به عنوان ابزار مناسب جهت برقراری تعادل بین عرضه و تقاضای انرژی، بیش از هر زمان دیگری مورد توجه و تأکید برنامه ریزان قرار گرفته است. با شناخت این ویژگی ها برنامه اول پنج ساله توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران در سال ۱۳۶۷ تدوین شد.

در برنامه اول توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی گروه عمده انرژی به چهار بخش نفت، گاز، برق و انرژی اتمی تقسیم می شود. در هر یک از بخش های فوق الذکر وضع موجود بخش، نقاط ضعف و قوت و عوامل مؤثر بر عملکرد بخش تشریح شده است. چنین به نظر می رسد که اهداف مطرح شده در هر بخش در جهت رفع نقاط ضعف بخش بوده است که البته در بخش نفت، تأمین ارز قسمت عمده ای از انرژی مورد نیاز کشور نیز یک هدف عمده تلقی می شد.

به عنوان اولین قدم در راه اتخاذ یک سیاست مناسب قیمت گذاری انرژی، در این مقاله توابع تقاضای انرژی در سطح کلان و در سطح بخش های مختلف اقتصادی ـ اجتماعی تعیین شدند. سپس نحوه تفکیک این توابع تقاضا به هر حامل انرژی مانند برق مورد بحث قرار گرفت. در انتهای مقاله، مقادیر عددی ضریب کشش درآمدی و ضریب کشش قیمتی هر یک از توابع تقاضا محاسبه شدند.

با داشتن مقادیر عددی ضریب کشش درآمدی و ضریب کشش قیمتی می توان روی قیمت برق تحلیل

حساسیت انجام داد. به این ترتیب که اگر بخواهیم ببینیم یک درصد داده شده از تغییرات درآمد یک بخش چه درصدی از تغییرات تقاضای برق آن بخش را به همراه خواهد داشت، آن را در ضریب کشش درآمدی ضرب می‌کنیم. برعکس، اگر بخواهیم ببینیم یک درصد مطلوب از تغییرات تقاضای برق یک بخش به وسیله چه درصدی از تغییرات درآمد آن بخش تولید می‌شود، آن را به ضریب کشش درآمدی تقسیم می‌کنیم. همچنین در مورد قیمت، اگر بخواهیم ببینیم یک درصد داده شده از تغییرات قیمت برق در یک بخش چه درصدی از تغییرات تقاضای برق آن بخش را به همراه خواهد داشت، آن را در ضریب کشش قیمتی ضرب می‌کنیم. برعکس، اگر بخواهیم ببینیم یک درصد مطلوب از تغییرات تقاضای برق یک بخش به وسیله چه درصدی از تغییرات قیمت برق در آن بخش تولید می‌شود، آن را به ضریب کشش قیمتی تقسیم می‌کنیم.

زیرنویس‌ها:

1. Cobb - Douglas
2. Income Elasticity
3. Price Elasticity
4. Linear Additive
5. Translog
6. Durbin Watson coefficient

جدول (۱) تعریف متغیرهای موجود در توابع تقاضای انرژی

متغیر	شرح
D	مصرف انرژی در کل کشور
DI	مصرف انرژی در بخش صنعت
DT	مصرف انرژی در بخش حمل و نقل
DA	مصرف انرژی در بخش کشاورزی
DE	مصرف انرژی در بخش آب و برق وگاز
DH	مصرف انرژی در بخش خانگی
GDP	تولید ناخالص داخلی
VI	ارزش افزوده بخش صنعت
VT	ارزش افزوده بخش حمل و نقل
VA	ارزش افزوده بخش کشاورزی
VE	ارزش افزوده بخش آب و برق و گاز
YH	درآمد بخش خانگی
P	متوسط قیمت انرژی در کل کشور
PI	قیمت انرژی در بخش صنعت
PT	قیمت انرژی در بخش حمل و نقل
PA	قیمت انرژی در بخش کشاورزی
PE	قیمت انرژی در بخش آب و برق و گاز
PH	قیمت انرژی در بخش خانگی

مراجع

[۱] تعیین بخش‌های اقتصادی و اجتماعی جهت مطالعات تقاضای انرژی، بخش انرژی مرکز تحقیقات نیرو، آذر ماه ۱۳۷۳.

[2] Munasinghe, M., "Principles of Modern Electricity Pricing", Proceedings of the IEEE, Vol. 69, No.3, March 1981.

[3] Morgan and Talukdar, "Electric Power Load Management", Proceedings of the IEEE, Vol.67, No.2, February 1979.

[4] Caramanis, M.C., Bohn, R.E. and Schweppe, F.C., "Optimal spot Pricing: Practice and Theory", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-101, No. 9, September 1982.

[5] Baughman, M.L. and Lee, W.W., "A Monte Carlo Model for Calculating Spot Market Prices of Electricity", Transactions on Power Systems, Vol. 7, No. 2, May 1992.

[6] David, A. K. and Li, Y.Z., "Consumer Rationality Assumptions in the Real Time Pricing of Electricity", IEE International Conference on Advances in Power System Control, Hong Kong, November 1991.

[7] David A. K. and Li, Y.Z., " A Comparison of System Response for Different Types of Real Time Pricing", IEE International Conference on Advances in Power System Control, Hong Kong, November 1991.

[8] Daryanian, B., Bohn, R.E. and Tabors, R.D., "Control of Electric Thermal Storage Under Real Time Pricing", IEE International Conference on Advances in Power System Control, Hong Kong, November 1991.

جدول (۲) سهم حامل های مختلف انرژی در تأمین انرژی بخش ها برحسب درصد

سال	بخش خانگی و تجاری				بخش صنعت			
	فرآورده‌های نفتی	گاز طبیعی	سوخت‌های جامد	برق	فرآورده‌های نفتی	گاز طبیعی	سوخت‌های جامد	برق
۱۳۵۳	۸۵/۱۴	۰/۲۵	۸/۵۶	۶/۰۵	۶۲/۹۶	۱۲/۱۷	۱۲/۴۴	۱۲/۴۴
۱۳۵۴	۸۵/۲۵	۰/۴۵	۷/۶۰	۶/۷۰	۵۸/۶۵	۱۱/۷۸	۱۸/۹۰	۱۰/۶۷
۱۳۵۵	۸۵/۸۲	۰/۹۶	۶/۵۲	۶/۷۱	۵۹/۷۵	۱۳/۶۱	۱۶/۵۷	۱۰/۰۶
۱۳۵۶	۸۵/۵۱	۲/۱۲	۵/۷۰	۶/۶۷	۶۴/۵۰	۱۰/۸۳	۱۵/۰۹	۹/۵۸
۱۳۵۷	۸۴/۶۴	۲/۱۰	۵/۵۰	۷/۷۶	۷۳/۴۳	۶/۰۹	۱۰/۵۵	۹/۹۴
۱۳۵۸	۸۳/۱۸	۴/۴۸	۴/۷۵	۷/۵۹	۷۳/۱۹	۲/۶۸	۱۴/۳۷	۹/۷۷
۱۳۵۹	۷۸/۷۰	۷/۸۲	۴/۹۳	۸/۵۵	۷۱/۷۲	۵/۷۶	۱۳/۷۹	۸/۷۰
۱۳۶۰	۷۲/۴۲	۱۳/۵۲	۴/۹۲	۹/۱۵	۷۱/۵۹	۹/۳۶	۱۰/۶۶	۸/۴۰
۱۳۶۱	۷۱/۱۲	۱۴/۵۶	۴/۱۸	۱۰/۱۴	۶۶/۶۹	۱۳/۴۳	۱۲/۴۵	۷/۴۲
۱۳۶۲	۷۲/۳۷	۱۴/۷۵	۳/۴۴	۹/۴۴	۶۹/۰۹	۱۲/۶۲	۱۰/۶۰	۷/۷۰
۱۳۶۳	۶۸/۹۰	۱۸/۱۵	۳/۱۹	۹/۷۶	۷۰/۹۱	۱۳/۳۴	۷/۸۱	۷/۹۳
۱۳۶۴	۶۹/۴۳	۱۷/۵۸	۲/۹۷	۱۰/۰۲	۷۳/۷۰	۱۰/۹۹	۷/۴۸	۷/۸۳
۱۳۶۵	۶۴/۵۹	۱۹/۷۸	۳/۳۰	۱۲/۳۴	۷۴/۲۳	۹/۴۳	۷/۹۲	۸/۴۲
۱۳۶۶	۶۹/۱۶	۱۵/۱۰	۲/۹۸	۱۲/۷۵	۶۹/۱۴	۱۷/۱۴	۶/۸۶	۸/۸۶
۱۳۶۷	۶۸/۸۷	۱۵/۰۲	۳/۰۶	۱۳/۰۴	۶۸/۹۵	۱۷/۱۳	۷/۰۷	۶/۸۵
۱۳۶۸	۷۰/۶۱	۱۳/۷۲	۲/۶۱	۱۳/۰۶	۶۱/۷۰	۲۶/۷۳	۴/۴۶	۷/۱۱
۱۳۶۹	۶۵/۸۵	۱۷/۱۱	۲/۶۲	۱۴/۴۱	۵۷/۸۹	۳۰/۴۵	۴/۰۹	۷/۵۷
۱۳۷۰	۶۱/۵۰	۲۱/۹۰	۲/۳۹	۱۴/۲۱	۵۴/۴۳	۳۳/۵۶	۵/۰۸	۶/۹۳
۱۳۷۱	۶۱/۱۶	۲۴/۲۹	۲/۱۶	۱۲/۳۹	۵۰/۶۷	۳۷/۸۷	۴/۳۳	۷/۳۱
۱۳۷۲	۵۷/۸۳	۲۸/۷۹	۱/۸۲	۱۱/۵۷	۴۲/۳۷	۴۳/۹۷	۵/۰۹	۸/۵۷

ادامه جدول (۲) سهم حامل های مختلف انرژی در تأمین انرژی بخش ها برحسب درصد

سال	بخش کشاورزی		بخش آب و برق و گاز			
	فرآورده‌های نفتی	برق	فرآورده‌های نفتی	گاز طبیعی	برق	انرژی آبی
۱۳۵۳	۹۷/۱۴	۲/۸۶	۵۴/۲۴	۳۱/۷۲	۱/۲	۱۲/۸۴
۱۳۵۴	۹۷/۶۶	۲/۳۴	۵۹/۰۳	۲۷/۷۵	۱/۳	۱۱/۹۲
۱۳۵۵	۹۸/۰۲	۱/۹۸	۵۷/۵۷	۲۸/۶۹	۱/۲	۱۲/۵۴
۱۳۵۶	۹۷/۵۴	۲/۴۶	۵۹/۰۲	۲۷/۴۴	۱/۱	۱۲/۴۴
۱۳۵۷	۹۷/۵۴	۲/۴۶	۵۹/۵۱	۲۰/۹	۱/۱	۱۸/۴۹
۱۳۵۸	۹۷/۶۴	۲/۳۶	۵۴/۰۶	۳۰/۲۲	۱/۰۴	۱۴/۶۸
۱۳۵۹	۹۶/۸۹	۳/۱۱	۴۹/۷	۳۲/۱۵	۰/۷۹	۱۷/۳۶
۱۳۶۰	۹۶/۴۵	۳/۵۵	۵۳/۳۱	۲۸/۴۴	۰/۸۹	۱۷/۳۶
۱۳۶۱	۹۵/۷۹	۴/۲۱	۴۹/۰۵	۳۴/۱۳	۰/۷۹	۱۶/۰۳
۱۳۶۲	۹۵/۵۵	۴/۴۵	۵۲/۴	۳۳/۶۱	۰/۶۹	۱۳/۳
۱۳۶۳	۹۴/۹۳	۵/۰۷	۵۵/۴۴	۳۳/۰۴	۰/۳۷	۱۱/۱۵
۱۳۶۴	۹۴/۰۳	۵/۹۷	۵۸/۶۴	۳۱/۰۲	۰/۴۵	۹/۸۹
۱۳۶۵	۹۴/۵۶	۵/۴۴	۵۶/۴۸	۲۹/۹۹	۰/۳۴	۱۳/۱۹
۱۳۶۶	۹۴/۳۷	۵/۶۳	۴۸/۹۴	۳۷/۲۸	۰/۵۱	۱۳/۲۷
۱۳۶۷	۹۳/۲۷	۶/۷۳	۴۹/۷	۳۸/۵۸	۰/۳	۱۱/۴۲
۱۳۶۸	۹۲/۹۵	۷/۰۵	۴۵/۲۲	۴۳/۲۱	۰/۳۸	۱۱/۱۹
۱۳۶۹	۹۲/۶	۷/۴۰	۴۳/۱۹	۴۸/۴	۰/۴۲	۷/۹۹
۱۳۷۰	۹۲/۷۸	۷/۲۲	۴۰/۲۸	۵۰/۹۲	۰/۲۸	۸/۴۲
۱۳۷۱	۹۴/۳۱	۵/۶۹	۳۸/۰۲	۵۰/۴۷	۱/۰۱	۱۰/۵
۱۳۷۲	۹۴/۰۹	۵/۹۱	۳۶/۸۸	۵۲/۱۴	۱/۰۴	۹/۹۴

جدول (۳) آمار مربوط به مصرف انرژی کل و مصرف انرژی هر بخش برحسب میلیون بشکه نفت خام معادل

سال	D	DI	DT	DH	DA	DE
۱۳۵۳	۱۳۰/۱	۳۷/۰	۳۱/۳	۳۹/۷	۷/۰	۴۱/۳
۱۳۵۴	۱۵۳/۴	۴۵/۰	۳۸/۹	۴۴/۸	۸/۹	۴۵/۴
۱۳۵۵	۱۷۷/۸	۵۰/۷	۴۷/۰	۵۲/۲	۱۰/۱	۴۹/۵
۱۳۵۶	۲۰۶/۹	۵۶/۳	۵۷/۲	۶۱/۴	۱۲/۲	۵۳/۲
۱۳۵۷	۱۹۹/۷	۴۹/۳	۵۷/۵	۶۱/۹	۱۲/۲	۵۳/۱
۱۳۵۸	۲۱۷/۱	۵۲/۲	۵۸/۵	۷۳/۷	۱۲/۷	۵۷/۹
۱۳۵۹	۲۰۷/۰	۵۷/۳	۵۴/۰	۶۹/۰	۱۲/۹	۵۰/۷
۱۳۶۰	۲۱۴/۷	۶۱/۹	۵۳/۶	۷۳/۲	۱۴/۱	۵۵/۹
۱۳۶۱	۲۴۰/۸	۷۱/۵	۵۸/۶	۸۳/۸	۱۶/۶	۶۳/۰
۱۳۶۲	۲۸۸/۱	۷۹/۳	۷۲/۵	۱۰۱/۷	۲۰/۲	۷۲/۹
۱۳۶۳	۳۱۷/۲	۸۳/۲	۷۸/۰	۱۰۹/۶	۲۱/۷	۸۰/۸
۱۳۶۴	۳۲۴/۸	۸۵/۶	۸۲/۸	۱۱۷/۸	۲۵/۱	۸۸/۰
۱۳۶۵	۳۰۰/۶	۷۹/۶	۷۸/۷	۱۰۶/۲	۲۳/۹	۸۸/۷
۱۳۶۶	۳۲۷/۶	۹۰/۴	۸۴/۶	۱۱۰/۶	۲۶/۶	۹۸/۷
۱۳۶۷	۳۳۱/۴	۹۰/۵	۸۳/۴	۱۱۱/۲	۲۶/۸	۹۹/۸
۱۳۶۸	۳۶۸/۱	۱۰۵/۵	۹۰/۱	۱۲۲/۵	۲۸/۴	۱۰۴/۶
۱۳۶۹	۳۹۷/۰	۱۱۴/۹	۹۶/۲	۱۲۲/۱	۲۹/۷	۱۱۹/۰
۱۳۷۰	۴۴۶/۱	۱۲۹/۹	۱۰۴/۰	۱۳۷/۹	۳۱/۹	۱۳۰/۶
۱۳۷۱	۴۸۴/۳	۱۳۳/۵	۱۱۰/۷	۱۶۵/۹	۳۳/۱	۱۳۸/۱
۱۳۷۲	۵۳۱/۶۷	۱۴۳/۵	۱۲۲/۰	۱۹۲/۸	۴۰/۶	۱۵۴/۰

جدول (۴) آمار مربوط به مصرف برق کل و مصرف برق هر بخش بر حسب میلیون کیلووات ساعت

سال	E	EI	EH	EA	EE
۱۳۵۳	۱۳۰۹۶/۱	۷۸۲۷/۹	۴۰۸۴/۸	۳۴۰/۵	۸۴۲/۹
۱۳۵۴	۱۴۶۲۸/۵	۸۱۶۵/۸	۵۱۰۴/۸	۳۵۴/۲	۱۰۰۳/۷
۱۳۵۵	۱۵۹۸۱/۳	۸۶۷۴/۲	۵۹۵۶/۸	۳۴۰/۱	۱۰۱۰/۲
۱۳۵۶	۱۷۶۴۳/۲	۹۱۷۲/۷	۶۹۶۴/۹	۵۱۰/۴	۹۹۵/۲
۱۳۵۷	۱۸۰۰۶/۹	۸۳۳۴/۰	۸۱۶۹/۱	۵۱۰/۴	۹۹۳/۴
۱۳۵۸	۱۹۷۲۰/۵	۸۶۷۳/۴	۹۵۱۳/۳	۵۰۹/۷	۱۰۲۴/۱
۱۳۵۹	۱۹۸۷۴/۸	۸۴۷۸/۱	۱۰۰۳۳/۲	۶۸۲/۳	۶۸۱/۲
۱۳۶۰	۲۱۹۳۱/۱	۸۸۴۲/۹	۱۱۳۹۰/۸	۸۵۱/۳	۸۴۶/۱
۱۳۶۱	۲۵۵۰۸/۷	۹۰۲۲/۶	۱۴۴۵۱/۲	۱۱۸۸/۵	۸۴۶/۴
۱۳۶۲	۲۹۰۹۶/۰	۱۰۳۸۴/۵	۱۶۳۲۷/۳	۱۵۲۸/۷	۸۵۵/۵
۱۳۶۳	۳۱۷۹۲/۳	۱۱۲۲۰/۷	۱۸۱۹۲/۱	۱۸۷۱/۱	۵۰۸/۴
۱۳۶۴	۳۴۶۹۴/۸	۱۱۳۹۸/۸	۲۰۰۷۴/۱	۲۵۴۸/۴	۶۷۳/۵
۱۳۶۵	۳۶۴۱۰/۱	۱۱۳۹۸/۵	۲۲۲۸۷/۵	۲۲۱۱/۲	۵۱۲/۹
۱۳۶۶	۴۱۰۰۶/۶	۱۳۶۲۱/۵	۲۳۹۸۲/۱	۲۵۴۶/۹	۸۵۶/۱
۱۳۶۷	۳۸۷۸۰/۲	۱۰۵۴۲/۹	۲۴۶۶۰/۷	۳۰۶۷/۴	۵۰۹/۲
۱۳۶۸	۴۴۰۴۶/۳	۱۲۷۵۶/۹	۲۷۲۰۸/۳	۳۴۰۵/۱	۶۷۶/۰
۱۳۶۹	۴۹۳۰۳/۰	۱۴۷۹۲/۴	۲۹۹۲۲/۸	۳۷۳۷/۸	۸۵۰/۰
۱۳۷۰	۵۳۳۹۶/۴	۱۵۳۰۹/۶	۳۳۳۲۵/۸	۳۹۱۷/۰	۸۴۴/۰
۱۳۷۱	۵۷۱۲۹/۳	۱۶۵۹۶/۷	۳۴۹۵۷/۵	۳۲۰۳/۰	۲۳۷۲/۱
۱۳۷۲	۶۵۶۵۶/۴	۲۰۹۱۴/۹	۳۷۹۳۷/۰	۴۰۸۰/۷	۲۷۲۳/۸

جدول (۵) آمار تولید ناخالص داخلی و ارزش افزوده بخش های اقتصادی (میلیارد ریال)

سال	GDP	VI	VT	VA	VE
۱۳۵۳	۲۹۸۶/۵	۱۷۴۸/۶	۱۳۴/۵	۳۵۵/۴	۲۱/۶
۱۳۵۴	۳۳۰۲/۵	۱۷۶۱/۸	۱۷۸/۳	۳۷۵/۱	۳۱/۸
۱۳۵۵	۳۴۴۰/۸	۲۳۹۶/۰	۲۲۷/۵	۴۸۶/۱	۳۷/۳
۱۳۵۶	۵۱۷۷/۰	۲۶۰۵/۶	۳۳۱/۵	۵۱۸/۶	۵۱/۸
۱۳۵۷	۵۰۹۵/۵	۲۱۴۷/۳	۳۵۵/۸	۶۶۹/۰	۵۱/۱
۱۳۵۸	۶۱۵۸/۲	۲۵۲۷/۲	۴۴۱/۶	۸۸۲/۱	۸۱/۹
۱۳۵۹	۶۴۷۱/۱	۲۰۳۰/۹	۵۶۰/۱	۱۱۶۴/۴	۷۲/۲
۱۳۶۰	۷۸۸۴/۳	۲۳۷۹/۳	۶۲۸/۹	۱۶۹۳/۱	۹۶/۰
۱۳۶۱	۱۰۳۳۵/۴	۳۷۰۵/۱	۷۶۹/۷	۲۰۹۱/۴	۱۲۶/۶
۱۳۶۲	۱۲۹۳۰/۰	۴۳۷۷/۶	۱۰۳۰/۹	۲۳۳۴/۷	۱۳۸/۱
۱۳۶۳	۱۴۲۴۲/۴	۴۳۲۷/۵	۱۱۶۹/۴	۲۸۲۶/۹	۱۲۳/۸
۱۳۶۴	۱۵۱۶۷/۸	۴۰۷۵/۳	۱۱۸۲/۱	۳۱۰۹/۸	۱۳۹/۷
۱۳۶۵	۱۵۶۱۴/۰	۳۲۵۳/۷	۱۱۳۲/۷	۳۷۵۲/۹	۱۶۲/۶
۱۳۶۶	۱۹۲۸۴/۰	۴۰۰۹/۷	۱۳۱۵/۹	۴۸۹۱/۳	۲۰۱/۰
۱۳۶۷	۲۱۷۵۳/۶	۴۴۹۹/۵	۱۴۹۱/۴	۵۲۰۸/۷	۲۶۰/۷
۱۳۶۸	۲۷۰۲۸/۸	۶۰۳۹/۱	۱۷۹۰/۹	۶۶۶۹/۹	۳۰۴/۸
۱۳۶۹	۳۵۷۵۵/۰	۹۸۱۸/۴	۲۶۵۲/۴	۸۴۱۹/۱	۳۹۵/۲
۱۳۷۰	۴۸۶۷۲/۶	۱۳۲۱۳/۵	۴۳۷۱/۰	۱۱۲۲۱/۶	۵۵۴/۴
۱۳۷۱	۶۴۴۰۰/۸	۱۷۹۸۸/۱	۵۲۷۳/۹	۱۵۳۹۲/۰	۸۳۴/۳
۱۳۷۲	۹۳۷۰۸/۷	۳۳۰۰۲/۰	۶۵۸۲/۰	۱۹۴۴۶/۱	۱۰۷۹/۰

جدول (۶) متوسط قیمت برق در کل کشور و در بخش‌های اقتصادی ـ اجتماعی بر حسب ریال

سال	متوسط قیمت هرکیلو وات ساعت برق	قیمت هرکیلو وات ساعت برق در صنعت	قیمت هرکیلو وات ساعت برق خانگی	قیمت هرکیلو وات ساعت برق کشاورزی	قیمت هرکیلو وات ساعت برق در آب و برق و گاز
۱۳۵۳	۱/۴۲	۱/۴۲	۱/۴۲	۱/۴۲	۱/۴۲
۱۳۵۴	۱/۵۳	۱/۵۳	۱/۵۳	۱/۵۳	۱/۵۳
۱۳۵۵	۱/۷۰	۱/۷۰	۱/۷۰	۱/۷۰	۱/۷۰
۱۳۵۶	۲/۱۷	۱/۸	۳/۵۸	۱/۶	۲/۴۴
۱۳۵۷	۲/۲۸	۱/۹	۳/۶۷	۱/۸	۲/۴۲
۱۳۵۸	۲/۳۴	۲/۰	۳/۱	۲/۴۵	۲/۳۴
۱۳۵۹	۲/۷۵	۱/۹	۴/۲	۲/۵۳	۲/۵۶
۱۳۶۰	۲/۷۰	۱/۶۵	۴/۵	۲/۹	۲/۸۶
۱۳۶۱	۳/۹۰	۱/۶	۴/۲	۲/۷۵	۳/۸۶
۱۳۶۲	۳/۵۰	۱/۷	۳/۹	۳/۲۴	۳/۵۷
۱۳۶۳	۳/۵۰	۱/۶	۴/۲	۳/۶۱	۳/۵۳
۱۳۶۴	۳/۶۰	۱/۵۶	۴/۲	۳/۳۸	۳/۵۹
۱۳۶۵	۳/۸۰	۲/۵۶	۴/۵	۲/۷۵	۳/۷۳
۱۳۶۶	۵/۲۰	۳/۶	۵/۲۳	۴/۶۴	۵/۱۷
۱۳۶۷	۵/۵۰	۳/۷	۵/۲۷	۴/۶	۵/۵۱
۱۳۶۸	۵/۴۰	۳/۷	۵/۵۲	۴/۸۵	۵/۲۷
۱۳۶۹	۵/۵۰	۳/۷	۵/۷	۵/۶	۵/۲۵
۱۳۷۰	۸/۵۰	۷/۵	۷/۰	۷/۱	۸/۴۹
۱۳۷۱	۱۰/۵۰	۹/۳۶	۹/۸۶	۸/۴۳	۱۰/۱۵
۱۳۷۲	۱۳/۷	۱۵/۷۵	۱۱/۸	۱۰/۰۵	۱۳/۷

جدول (۷) مقادیر عددی ضرایب کشش درآمدی و کشش قیمتی توابع تقاضای برق

تابع تقاضای برق	ضریب کشش درآمدی	ضریب کشش قیمتی
سطح کلان	۱/۲۴۷۸	-۱/۱۸۷۹۸۹
بخش صنعت	۱/۲۱۷۴۸۱	-۰/۹۱۹۳۳۷
بخش کشاورزی	۱/۰۴۳۰۵۷	-۰/۷۶۴۶
بخش آب و برق و گاز	۲/۲۸۴۳۲۱	-۳/۴۷۰۴۸۲
بخش خانگی	۰/۷۶۵۳	-۰/۹۳۲۶